

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Teknologi beton terus berkembang seiring dengan tuntutan kebutuhan konstruksi yang semakin meningkat. Salah satu hal yang penting dan perlu mendapat perhatian dalam teknologi pembuatan beton adalah mengetahui pengertian beton dan bahan-bahan penyusun beton, yaitu semen, air dan agregat baik agregat halus maupun agregat kasar.

Dalam tinjauan pustaka ini akan dibahas lebih mendalam mengenai pengertian beton, bahan-bahan penyusun beton dan genteng, sebagaimana yang akan diuraikan berikut ini.

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03, 1991).

Campuran tersebut bila di tuang dalam cetakan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras. Proses terjadinya pengerasan tersebut disebabkan reaksi kimia antara air dan semen, dan dalam hal ini tingkat kekerasan setara dengan umurnya. Nilai kekuatan dan daya tahan (*"durability"*) beton merupakan fungsi berbagai faktor,

diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasan (Dipohusodo, 1994).

Beton adalah merupakan bahan yang memiliki kuat tekan tinggi. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya akan menyamai batuan alami (Tjokrodimulyo, 1995). Tetapi beton memiliki kuat tarik yang rendah. Maka dari itu untuk mengimbangi kondisi kuat tarik beton yang rendah tersebut, suatu struktur beton perlu diperkuat dengan baja tulangan, yang kemudian disebut dengan struktur beton bertulang.

Kemudahan dalam memperoleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton menyebabkan beton banyak digunakan masyarakat. Dengan adanya hal tersebut dan seiring dengan perkembangan teknologi dalam pembuatan beton, maka tidak tertutup kemungkinan adanya penggunaan bahan bangunan yang sekiranya dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan campuran beton dengan tanpa mengabaikan persyaratan yang telah ditetapkan.

2.2. Bahan Penyusun Beton

Bahan yang dipakai dalam pembuatan/ penyusunan beton terdiri dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar.

2.2.1. Semen

Semen merupakan bahan utama dalam pembuatan beton. Semen adalah suatu bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Meski definisi tersebut

diterapkan untuk banyak bahan, semen yang dimaksudkan untuk pembuatan beton adalah bahan jadi yang mengeras dengan adanya air yang disebut semen hidrolis.

Yang dimaksud hidrolis yaitu apabila semen bercampur dengan air yang akan menyebabkan terjadinya proses kimia (hidrasi) yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah beberapa waktu tertentu.

Selain untuk merekatkan butiran-butiran agregat, semen berfungsi pula untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Semen mengisi kira-kira 10% dari volume beton (Tjokrodimulyo, 1992).

Bahan pembentuk semen terdiri dari 4 senyawa pokok sebagaimana diuraikan berikut ini.

1. Trikalsium silikat (C_3S)

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.

2. Dikalsium silikat (C_2S)

Senyawa ini bereaksi dengan air lebih lambat, sehingga hanya berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari.

3. Trikalsium aluminat (C_3A)

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah panas, memberikan kekuatan setelah 24 jam.

4. Tetrakalsium aluminoforit (C_4AF)

Senyawa ini tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lainnya.

Peraturan Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982) menggolongkan semen

menjadi 5 jenis, yaitu :

1. jenis I, untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus,
2. jenis II, dipakai untuk menanggulangi gangguan sulfat sedang dan panas hidrasi sedang,
3. jenis III, pemakaiannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi,
4. jenis IV, pemakaiannya menuntut persyaratan hidrasi rendah, dan
5. jenis V, untuk melindungi beton dari gangguan sulfat tinggi.

2.2.2. Air

Air merupakan bahan dasar utama selain semen dalam pembuatan beton. Keberadaan air dalam adukan memungkinkan adanya reaksi kimia pada semen yang menyebabkan pengikatan dan pengerasan serta berfungsi sebagai pelumas butir-butir agregat halus dan kasar untuk memudahkan pelaksanaan dan pencetakan.

Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya 25% dari berat semennya, namun dalam kenyataan nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 35%. Kelebihan air ini diperlukan pada pembuatan beton agar adukan beton dapat dicampur dengan baik, diangkut dengan mudah dan dapat dicetak tanpa rongga (tidak keropos).

Secara umum air yang dipakai untuk bahan pencampur beton adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling saat mencapai umur 7 dan 28 hari.

Adapun air yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi

persyaratan :

1. tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/lt,
1. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gr/lt,
3. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lt, dan
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1gr/lt.

2.2.3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Walau hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat- sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton.

Agregat beton memiliki porsi terbesar yaitu sebesar 60% - 80% dari volume beton. Karena itu untuk mendapatkan beton yang baik, diperlukan agregat yang berkualitas baik pula. Agregat yang baik untuk pembuatan beton harus memenuhi tahap persyaratan, yaitu (PBI,1971):

1. harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat,
2. tidak mengandung lumpur lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar,
3. tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
5. harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

a) Agregat halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Untuk mendapatkan kualitas beton yang baik, maka pasir yang digunakan harus memenuhi syarat mutu :

1. Kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no. 200), dalam % berat maksimum :
 - a. Untuk beton yang mengalami abrasi 3,0
 - b. Untuk jenis beton lainnya 5,0
2. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapihkan, maksimum 3,0%
3. Kandungan arang dan lignit
 - a. Bila tampak permukaan beton dipandang penting, kandungan maksimum 0,5%
 - b. Untuk beton jenis lainnya, maksimum 1,0%
4. Agregat halus bebas dari pengotoran zat organik yang merugikan beton. Bila diuji dengan Na-sulfat dan dibandingkan dengan warna standar/pembanding, tidak berwarna lebih tua dari warna standar. Jika berwarna lebih tua maka agregat halus itu harus ditolak, kecuali apabila :
 - a. Warna lebih tua timbul oleh adanya sedikit arang, lignit atau yang sejenisnya.
 - b. Diuji dengan melakukan percobaan perbandingan kuat tekan mortar yang memakai agregat tersebut terhadap kuat tekan mortar yang memakai pasir standar silika, menunjukkan nilai kuat tekan mortar tidak kurang dari 95 % kuat tekan mortar memakai pasir standar. Uji kuat tekan mortar harus dilakukan sesuai cara ASTM C87.

5. Agregat halus yang akan dipergunakan untuk pembuat beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan di dalam mortar atau beton. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh dipakai untuk membuat beton dengan semen yang kadar alkalinya dihitung sebagai setara Natrium Oksida ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$) tidak lebih dari 0,60 %, atau dengan penambahan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaihan yang membahayakan oleh karena reaksi alkali-agregat tersebut.

6. Sifat kekal, diuji dengan larutan garam sulfat :

- a. Jika dipakai Natrium-Sulfat, bagian hancur maksimum 10 %.
- b. Jika dipakai Magnesium-Sulfat bagian yang hancur maksimum 15 %.

7. Susunan besar butir (Grading)

Agregat halus mempunyai susunan besar butir dalam batas-batas seperti terlihat pada Tabel 2.1. Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos lebih dari 45% pada suatu ukuran ayakan berikutnya. Modulus kehalusannya tidak kurang dari 2,3 dan tidak lebih dari 3,1.

Tabel 2.1 Batas-batas susunan butir agregat halus

Ukuran lubang ayakan	Persen lolos kumulatif
(mm)	
9,5	100
4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	50-85
0,6	25-60
0,3	10-30
0,15	2-10

Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos lebih dari 45% pada suatu ukuran ayakan berikutnya. Modulus kehalusannya tidak kurang dari 2,3 dan tidak lebih dari 3,1.

b) Agregat kasar

Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarahnya terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sedimen dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi lagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakkan, memecah, menyaring, dan seterusnya. Dari kronologinya, agregat alami

ataupun agregat hasil pemecahan, dapat dibagi menjadi beberapa jenis kelompok agregat yang memiliki sifat khusus.

Selain itu ada juga agregat buatan yang diperoleh dari pecahan bata atau pecahan genteng. Pecahan bata atau pecahan genteng dari kualitas yang baik menjadikan agregatnya memenuhi syarat untuk beton, akan tetapi jika untuk beton bertulang sebaiknya kuat tekan batanya tidak kurang dari 30 MPa. Bata harus bebas dari mortar kapur. Beton dengan agregat pecahan bata/genteng tidak baik untuk beton kedap air (Tjokrodimulyo, 1992).

Agregat kasar besar butir-butirnya lebih besar dari 4,60 mm. Secara umum agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kericak, batu pecah atau split. Syarat-syarat agregat kasar menurut (PBI, 1971) adalah seperti berikut ini.

1. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil hasil disintegrasi (pembekuan) alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu.
2. Agregat kasar tidak boleh berpori dan terdiri atas batuan keras. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dapat dipakai asalkan jumlahnya tidak lebih dari 20% berat total agregat. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dan tidak boleh mengandung zat-zat yang merusak beton.
4. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana pengujian dari Rudolf dengan beban penguji 2 ton, dimana harus memenuhi syarat sebagai berikut:
 - a. tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19 mm lebih dari 24%,
 - b. tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 20%.

5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan 31,5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm,

1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm harus memenuhi syarat-syarat:

- a. sisa diatas ayakan 31,5 mm sebesar 0% berat,
- b. sisa diatas ayakan 4 mm sebesar 90%-98% berat,
- c. selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas 2 ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat dan minimum 10% berat.

2.3 Beton Dari Pecahan Genteng

Ide dasar pemakaian pecahan genteng sebagai agregat kasar dalam pembuatan beton adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak terpakai karena merupakan bahan limbah akibat kegagalan dalam produksi genteng yang nantinya dapat menyebabkan pencemaran tanah. Agregat kasar dari pecahan genteng ini mempunyai beberapa kelebihan, antara lain dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan yang cukup tinggi, berat jenis betonnya ringan (lebih ringan dari beton normal) dan beton yang dihasilkan mempunyai daya hantar panas yang rendah. Sedangkan kekurangan dari agregat jenis ini adalah antara lain keausan dan resapan airnya cukup tinggi, juga kekerasan agregatnya sangat beragam tergantung dari mutu pembakaran (Tjokrodimuljo, 1992).

Berbagai penelitian tentang sifat pecahan genteng sebagai bahan susun beton telah banyak dilakukan. Prawignyo (1992) telah melakukan penelitian kuat tekan beton dengan agregat kasar pecahan genteng "Soka" dengan butir agregat maksimum 40 mm. Hasil penelitian Prawignyo dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kuat tekan beton dari pecahan genteng “Soka” dan kebutuhan semen per kubik beton (Prawignyo, 1992)

Jenis Genteng	F.a.s	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kebutuhan Semen Per Kubik Beton (kg)
AB	0,45	354,11	462,72
	0,55	281,31	366,14
	0,65	233,60	325,81
HM	0,45	270,96	510,65
	0,55	245,62	481,25
	0,65	225,89	313,71
DKH	0,45	342,72	375,41
	0,55	277,51	357,28
	0,65	219,20	307,46

Menurut Saptono (1990) beton dari pecahan genteng mempunyai daya tahan panas yang lebih tinggi dibanding beton dari batuan biasa. Penurunan kekuatan setelah dipanasi selama 4 jam dengan suhu 400⁰C sebesar 10,8 %, sedangkan dari beton biasa penurunannya mencapai 36,113 %, hal ini karena pecahan genteng mempunyai sifat konduktor yang rendah.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Rahmat (1993) didapat bahwa kuat tekan beton dengan memakai agregat kasar pecahan genteng sokka pada umur 40 hari dengan ukuran butir maksimal 20 mm adalah 31,8 MPa. Sedangkan kuat tarik dan kuat lenturnya masing-masing adalah 3,9 Mpa dan 4,5 MPa dengan berat jenis beton yang dihasilkan sebesar 2,072 t/m³. Selain itu dari penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa kuat lentur hasil pengujian balok ternyata lebih besar daripada hasil analisis dengan penyimpangan rata-rata sebesar 14,75 %.

Hasil di atas berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh I Ketut (1995). Dengan menggunakan agregat yang sama yaitu pecahan genteng “Soka”

ukuran maksimal 20 mm, pada umur 28 hari kuat tekan dan kuat tarik yang dihasilkan adalah sebesar 17,11 N/mm² dan 2,149 N/mm².

Penelitian kali ini merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya yaitu tentang pemanfaatan pecahan genteng “Soka” sebagai agregat pada pembuatan beton. Adapun pada penelitian ini pecahan genteng soka tersebut dicampur dengan kerikil dengan 5 (lima) macam variasi campuran. Dari penelitian ini diharapkan akan diketahui karakteristik fisik beton dengan agregat kasar variasi campuran pecahan genteng “Soka” dengan kerikil.

